

## ELECTRON GENERATING DEVICE

Patent Number: JP10199398  
Publication date: 1998-07-31  
Inventor(s): SATO SHIRO  
Applicant(s): RICOH CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP10199398  
Application Number: JP19970019998 19970116  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01J1/30  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize an FED (cold cathode type electron emission element) which can carry out a low vacuum operation, a stable large current operation, and a low voltage operation, which cannot be carried out by the conventional FED, and can carry out an individual operation.

**SOLUTION:** A graphite 2 to be a cathode is provided about  $1\mu\text{m}$  on a glass substrate 1. And furthermore, a carbon nanotube layer 3 to be an electron emitting layer is provided at several  $\mu\text{m}$  thereon. This nanotube has the diameter from 10 to 40nm, and the length from 0.5 to several  $\mu\text{m}$ . Those members are formed in the line form in the vertical direction to a section figure. Furthermore, at both sides of a line form electron emission layer (the width of about  $30\mu\text{m}$ ), an insulating area 4 which consists of a silicon oxide membrane is provided in the line form with the width of approximately  $20\mu\text{m}$  and the thickness of approximately  $7\mu\text{m}$ . A wiring electrode 5 is provided vertical to the electron emitting part (parallel to the section figure) thereover, so as to form a grid electrode. By applying a positive voltage to grid 5, and a negative voltage to a cathode 2, electrons 6 are discharged in the directions of the arrows.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-199398

(43)公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 J 1/30

識別記号

F I

H 0 1 J 1/30

A

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平9-19998

(22)出願日 平成9年(1997) 1月16日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 佐藤 史朗

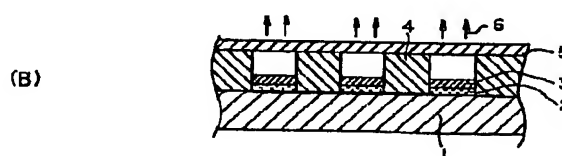
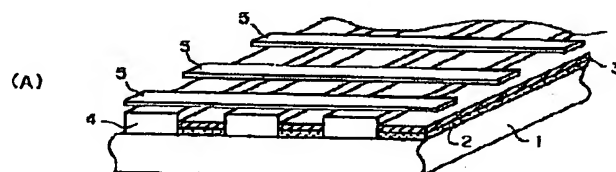
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(54)【発明の名称】 電子発生装置

(57)【要約】

【課題】 従来のFEDでは不可能な低真空動作、安定大電流動作、低電圧動作が可能で、かつ個別動作可能なFEDを実現する。

【解決手段】 硝基板1上にカソードであるグラファイト2が約1 $\mu$ m設けられている。さらにその上に電子放出層であるカーボンナノチューブ層3が数 $\mu$ m設けられている。このナノチューブは直径10から40nm、長さ0.5から数 $\mu$ mである。これらは断面図に対して垂直方向にライン状に形成されている。さらに、ライン状電子放出層(幅約30 $\mu$ m)の両側には、厚さ約7 $\mu$ mで幅約20 $\mu$ mのシリコン酸化膜からなる絶縁領域4がライン状に設けられている。その上に、配線電極5が電子放出部に対し垂直(断面図に対し平行に)に設けられてグリッド電極を形成している。グリッド5に正、カソード2に負の電圧を印加することによって、図中に示された矢印方向に電子6が放出される。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上にライン状に導電性材料が形成されてなるカソード電極と、該カソードと直交するようにライン状に導電性材料が形成されてなるグリッド電極とを構成し、前記カソードとグリッド電極との間に絶縁体を有し、該カソードとグリッド電極が電気的に絶縁されており、かつ、該カソード上には炭素を含む材料が積層されており、該カソードとグリッド電極との間に電界を加えることで、前記カソード上の炭素を含む材料から電子を放出することを特徴とする電子発生装置。

【請求項2】 請求項1において、前記カソード上の炭素を含む材料は、ダイヤモンドライクカーボンであることを特徴とする電子発生装置。

【請求項3】 請求項1において、前記カソード上の炭素を含む材料は、カーボンナノチューブであることを特徴とする電子発生装置。

【請求項4】 請求項1において、前記ライン状カソードは平行に複数本形成されてアレー状になっており、かつ、前記ライン状グリッドは平行に複数本アレー状に形成されていて、前記カソードとグリッド電極の両方に電界が印加されたところの交点で、電子が放出されることを特徴とする電子発生装置。

【請求項5】 請求項2において、ダイヤモンドライクカーボンが積層されるカソード表面には突起状凹凸が形成されていることを特徴とする電子発生装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子発生装置、より詳細には、電子放出用冷陰極電子発生装置に係り、例えば、ディスプレイ、高速高周波電子デバイス、撮像デバイス等に適用可能なものである。

##### 【0002】

【従来の技術】図3は、スピント型といわれている従来の冷陰極型電子放出素子(FED: Field Emitter Device)の一例を示す図で、図中、21は硝子基板、22は導体層、23は抵抗層、24は絶縁層、25はゲート電極、26はホール、27はエミッタで、図示のように、電子放出部(エミッタ)27が尖塔形状に形成されていてそこから電子を放出するようになっている。その尖塔部分27は、Si, Mo, Nb, Wなどの半導体や金属が用いられている。その周囲にはゲート電極がはさまき状に形成されていて、尖塔部分(いわゆるカソード)27とゲート電極25間に電圧を加えることで、尖塔部分27から電子が放出される。従来、これらの材料による放出部分は大気中の水素等のガスが吸着すると、表面の仕事関数が増加するため、得られる電流が変動するという欠点と、其れを防ぐため $10^{-8}$ Torr以上の高真空中に保持する必要がある。また、仕事関数の値が大きいため、電子放出のしきい値電圧が大きいう問題がある。

【0003】上記の問題を克服できる電子放出用材料として、炭素系材料(ダイヤモンド、アモルファスカーボン、ダイヤモンドライクカーボン、カーボンナノチューブ)が注目されている。理論的にはこれらの材料の真空電位は低いため、低しきい値での電子放出が可能である。また、吸着原子による変動も少なく安定な放出電流が得られる。

【0004】図4は、カーボンナノチューブを用いた例を示す図で、図中、31は基板、32は電子放出層(カーボンナノチューブ層)、33は絶縁層、34はグリッド電極、35はアノード、36は放出電子で、図示のように、カソードである基板31上に一様に形成されたカーボンナノチューブ32上に、グリッド電極34としてメッシュ状の金属が形成されていて電界放出素子が形成されている。本素子では、まだ十分な性能は得られていないが、カーボンナノチューブからの電子放出が観測されている。しかし、選択的に選ばれた位置から電子を放出することは出来ない構造である。

【0005】カーボンナノチューブを電子放出用に用いたものとして、特公平7-92463号公報に記載の発明がある。これは電子顕微鏡用で、グリッド電極を近傍に設けてアレー状にすることは出来ない構造である。また、ダイヤモンドを電子放出部に用いる例もある(特開平7-65701号公報)が、ダイヤモンド薄膜は所望の位置に所望の方位を持った結晶部を選択的に形成するには温度、種結晶の方位や質などを精密に制御せねばならず、製法上の困難さがある。また、ダイヤモンドを作成後整形することはほとんど不可能で扱いにくい。

##### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、スピント型の電子発生装置は、電子放出部分に大気中の水素等のガスが吸着すると、表面の仕事関数が増加するため、得られる電流が変動するという欠点と、其れを防ぐため $10^{-8}$ Torr以上の高真空中に保持する必要がある。また、仕事関数の値が大きいため、電子放出のしきい値電圧が大きいう問題がある。

【0007】また、ダイヤモンドを用いた電子発生装置において、ダイヤモンド薄膜は所望の位置に所望の方位を持った結晶部を選択的に形成するには温度、種結晶の方位や質などを精密に制御せねばならず、製法上の困難さがある。また、ダイヤモンドを作成後整形することはほとんど不可能で扱いにくい。

【0008】本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたもので、従来のFEDでは不可能な低真空動作、安定大電流動作、低電圧動作が可能で、かつ、個別動作可能なFEDを実現すること、さらには、ダイヤモンドのように結晶性の制御が必要でなく、容易に形成されることを目的としてなされたものである。

##### 【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、基板

上にライン状に導電性材料が形成されてなるカソード電極と、該カソードと直交するようにライン状に導電性材料が形成されてなるグリッド電極とを構成し、前記カソードとグリッド電極との間に絶縁体を有し、該カソードとグリッド電極が電気的に絶縁されており、かつ、該カソード上には炭素を含む材料が積層されており、該カソードとグリッド電極との間に電界を加えることで、前記カソード上の炭素を含む材料から電子を放出することを特徴とし、もって、低真空領域で、安定な電流特性が得られるようにしたものである。

【0010】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記カソード電極上の炭素を含む材料が、ダイヤモンドライクカーボンであることを特徴とし、もって、低真空領域で、安定な電流特性が得られるようにし、さらには、低電圧駆動で、大電流が得られ、また、プラズマCVDなども使え、製法を容易としたものである。

【0011】請求項3の発明は、請求項1の発明において、前記カソード電極上の炭素を含む材料が、カーボンナノチューブであることを特徴とし、もって、請求項2の効果に加えて、更なる低電圧駆動で、大電流が得られるようにしたものである。

【0012】請求項4の発明は、請求項1の発明において、前記ライン状カソードが平行に複数本形成されてアレー状になっており、かつ、前記ライン状グリッド電極が平行に複数本アレー状に形成されていて、前記カソードとグリッド電極の両方に電界が印加されたところの交点で、電子が放出されることを特徴とし、もって、アレー化により、個別駆動を可能としたものである。

【0013】請求項5の発明は、請求項2の発明において、ダイヤモンドライクカーボンが積層されるカソード表面に突起状凹凸が形成されていることを特徴とし、もって、請求項2の効果さらに良くし、低電圧駆動で、大電流が得られるようにしたものである。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】本発明による電子発生装置は、硝子、半導体、セラミックス、フィルムのどれかからなる基板上に電気的絶縁層を介して、ライン状に導電性材料が形成されてカソードを構成しており、それらは外部に設けた電源から電圧を印加出来るようになっている。そのライン状導電性材料の両側には挟むように電気的絶縁材が設けられていて、その高さは該導電材の表面よりも高くなっている。それらと直交するように、かつ、挟むように設けられた電気的絶縁材に橋を架けるような形でライン状に導電性材料が形成されてグリッド電極を構成しており、前記カソードとグリッド電極間に挟むように設けられた電気的絶縁材によって、双方は電気的に絶縁されており、該グリッド電極には外部から電界が印加出来るようになっている。カソード上には炭素を含む材料が積層されており、カソードとグリッド電極間に電界を加えることで、カソード上の炭素を含む材料からグリッ

ド方向に電子が放出される構造になっている。

【0015】上記カソード上の炭素を含む材料はダイヤモンドライクカーボンで構成されている。この材料はメタン等の炭化水素系ガスをを用いたプラズマCVD法でカソード上に積層することが出来る。上記カソード上の炭素を含む材料はカーボンナノチューブで構成されている。この材料はカーボン材のアークプラズマによる放電、レーザアベレーションなどの手法によりカソード上に堆積させることが出来る。上記のダイヤモンドライクカーボンはダイヤモンドのようなきちっとした結晶構造にはなっておらず、精密な構造制御、方位制御は不要である。

【0016】上記の電界放出素子のライン状のカソードは平行に複数本形成されてアレー状になっており、各々のカソードは外部から個別に電圧を印加できる構造となっている。かつ、各カソードを挟むように設けられた電気的絶縁材上に直交するように設けられたライン状グリッド電極は、平行に複数本アレー状に形成されていて、各グリッド電極には個別に外部から電圧が印加出来るようになっている。本アレー状で、個別動作可能な電界放出素子アレーは、カソードとグリッドの両方に電界が印加されたところの交点で、選択的に電子が放出される。

【0017】（実施例1）図1は、本発明の第一の実施例を説明するための斜視図（図1（A））、及び、断面図（図1（B））図で、図示のように、硝基板1上にカソードであるグラファイト2が約1 $\mu$ m設けられている。さらに、その上に電子放出層であるカーボンナノチューブ層3が数 $\mu$ m設けられている。このナノチューブは直径10から40nm、長さ0.5から数 $\mu$ mである。これらは図1（B）に示す断面図に対して垂直方向にライン状に形成されている。さらに、ライン状電子放出層3（幅約30 $\mu$ m）の両側には、厚さ約7 $\mu$ mで幅約20 $\mu$ mのシリコン酸化膜からなる絶縁領域4がライン状に設けられている。その上に、配線電極5が電子放出部に対し垂直（断面図に対し平行に）に設けられてグリッド電極を形成している。グリッド電極5に正、カソード2に負の電圧を印加することによって、図中に示された矢印方向に電子6が放出される。

【0018】（実施例2）第二の実施例として、電子放出層として、ダイヤモンドライクカーボンをを用いた実施例がある。この実施例では、ダイヤモンドライクカーボンの積層される領域の表面が数ミクロンオーダで凹凸が付けられたその上に積層することでより効果的に電子が放出される。このときのダイヤモンドライクカーボン膜厚は約400から1000nmである。図2は、上記第二の実施例を説明するための要部断面図で、図中、10がカソードに設けられた突起状凹凸、11が積層されたダイヤモンドライクカーボンである。なお、1は基板、4は絶縁領域、5はグリッド電極である。

【0019】

# 【発明の効果】

請求項1の発明の効果：基板上に、ライン状に導電性材料が形成されてなるカソード電極と、該カソードと直交するようにライン状に導電性材料が形成されてなるグリッド電極とを構成し、前記カソードとグリッド電極との間に絶縁体を有し、該カソードとグリッド電極が電気的に絶縁されており、かつ、該カソード上には炭素を含む材料が積層されており、該カソードとグリッド電極との間に電界を加えることで、前記カソード上の炭素を含む材料から電子を放出するようにしたもので、低真空領域で、安定な電流特性が得られる。

【0020】請求項2の発明の効果：請求項1の発明において、前記カソード上の炭素を含む材をダイヤモンドライクカーボンとしたので、低真空領域で、安定な電流特性が得られ、さらには、低電圧駆動で、大電流が得られ、また、プラズマCVDなども使え、製法が容易となる。

【0021】請求項3の発明の効果：請求項1の発明において、前記カソード電極上の炭素を含む材料をカーボンナノチューブとしたので、請求項2の発明の効果に加えて、更なる低電圧駆動で、大電流が得られる。

【0022】請求項4の発明の効果：請求項1の発明において、前記ライン状カソード電極は平行に複数本形成されてアレー状になっており、かつ、前記ライン状グリッド電極は平行に複数本アレー状に形成されていて、前記カソードとグリッド電極の両方に電界が印加されたと

ころの交点で、電子が放出されるようにしたので、アレー化により、個別駆動が可能となる。

【0023】請求項5の発明の効果：請求項2の発明において、ダイヤモンドライクカーボンが積層されるカソード表面に突起状凹凸が形成されているので、請求項2の発明の効果さをさらに良くし、低電圧駆動で、大電流が得られる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例を説明するための要部斜視図（(A)図）、及び、断面図（(B)図）である。

【図2】 本発明の第2の実施例を説明するための要部断面図である。

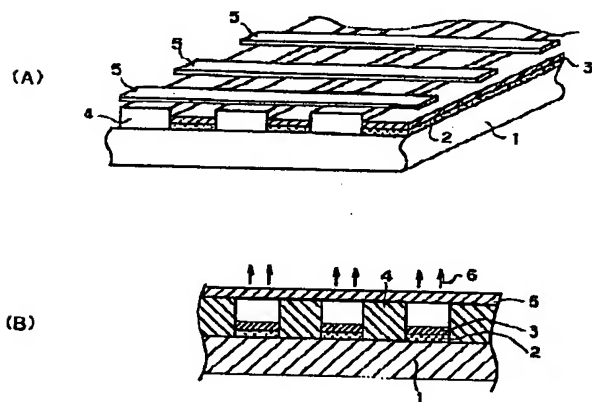
【図3】 従来のスピント型電子発生装置の一例を説明するための要部概略構成図である。

【図4】 従来のカーボンナノチューブを用いた電子発生装置の一例を説明するための要部構成図である。

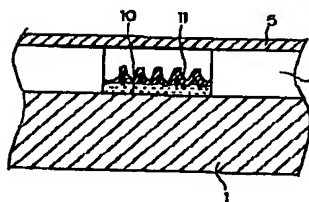
## 【符号の説明】

1…基板、2…カソード材、3…電子放出材、4…ライン状絶縁領域、5…ライン状グリッド電極、6…放出電子、10…カソード材、11…電子放出材、21…硝子基板、22…導体層、23…抵抗層、24…絶縁層、25…ゲート電極、26…ホール、27…エミッタ、31…基板、32…電子放出層（カーボンナノチューブ層）、33…絶縁層、34…グリッド電極、35…アノード、36…放出電子。

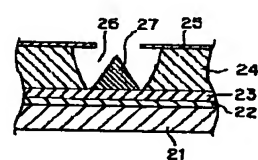
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

